

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-328717

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

(21)Application number : 10-136766

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.05.1998

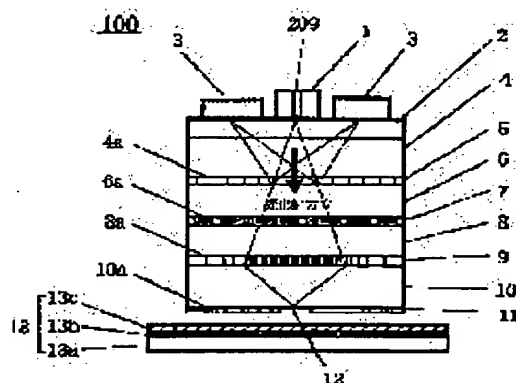
(72)Inventor : NAKAO TAKESHI  
NAKAMURA SHIGERU  
TANAKA TOSHIKI  
SHIMANO TAKESHI

## (54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE USING THE HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the ultra small optical head, in which a light source and a photodetecting element are integrally formed on a same substrate by a simple manufacturing process and an application is made for an optical information recording and reproducing device that performs a recording, and the optical information recording and reproducing device using the head.

**SOLUTION:** An optical waveguide layer made of column shaped semiconductor crystals is formed on a single crystal transparent substrate 2. An active layer 209 is provided on the side surface of the optical waveguide layer. Highly reflective films are provided on the front and the back of the light emitting end surface of the layer 209 so that light beams are vertically emitted against the substrate 2 and a semiconductor laser element, that is set as a vertical resonator, is made as a light source 1. Then, photodetector elements 3 are integrally formed in the vicinity of the source 1 on the substrate 2. Moreover, on the surface opposing to the source 1 on the substrate 2, a first transparent layer 4, a diffraction grating 5, a second transparent layer 6, a phase difference generating element 7, a third transparent layer 8, a light converging element 9, a fourth transparent layer 10, a sliding protective layer 11 are successively laminated and formed to constitute an optical head 100. The layer 11 is made opposed to an information recording medium 13 and closely arranged.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-328717

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-136766

(22) 出願日 平成10年(1998)5月19日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 仲尾 武司

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所マルチメディアシステム開発本部内

(72) 発明者 中村 滋

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 武 顕次郎

最終頁に続く

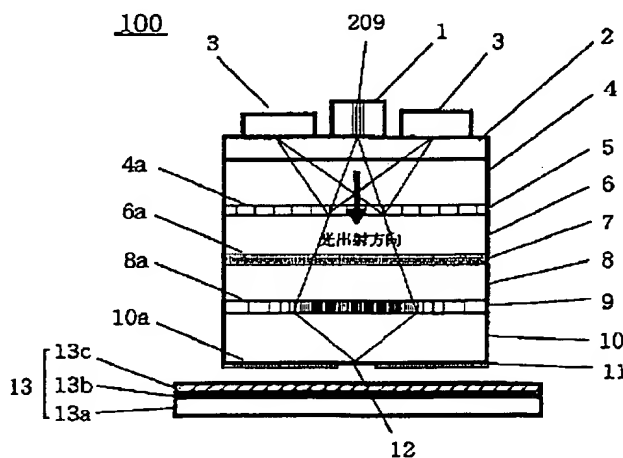
(54) 【発明の名称】 光ヘッドおよびそれを用いた光学的情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 簡易な製造プロセスによって光源と光検出素子を同一基板上に集積形成可能で、記録可能な光学的情報記録再生装置にも適用することが可能な超小型光ヘッド、およびそれを用いた光学的情報記録再生装置を提供すること。

【解決手段】 単結晶透明基板2上に柱状の半導体結晶からなる光導波層208を形成し、光導波層208の側面に活性層209を設けるとともに、基板2に対して垂直に光が射出するように、活性層209の出射端面前後に高反射膜204、211を設けて垂直共振器とした半導体レーザ素子を光源とするとともに、この半導体レーザ光源1の近傍における基板2上に光検出素子3を集積形成する。さらに、基板2における半導体レーザ光源1と対向する面に、第1透明層4、回折格子5、第2透明層6、位相差発生素子7、第3透明層8、集光素子9、第4透明層10、耐摺動保護層11を順次積層形成して光ヘッド100を構成し、耐摺動保護層11を情報記録媒体13と対向させて近接配置する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、この光源から出射する光束を情報記録媒体に集光照射する集光素子と、前記光源からの出射光および前記情報記録媒体からの反射光に所定の位相差を与える位相差発生素子と、前記情報記録媒体からの反射光を光束分離する光束分離素子と、前記反射光を受光して前記情報記録媒体に記録されている情報信号を検出する光検出素子とを備え、前記光源が前記光検出素子と同一基板上に集積形成されるとともに、前記光源が前記基板に対して垂直に形成された半導体結晶の側面に活性層を設けた光導波路構造に対して垂直共振器を形成した半導体レーザであることを特徴とする光ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の光ヘッドにおいて、前記光検出素子が前記基板に対して前記光源と同一面側に集積形成されていることを特徴とする光ヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載の光ヘッドにおいて、前記光検出素子が前記基板に対して前記光源と対向する面に集積形成されていることを特徴とする光ヘッド。

【請求項4】 請求項1から3のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記光源から出射した光束が前記基板を透過した後に前記情報記録媒体に集光照射されることを特徴とする光ヘッド。

【請求項5】 請求項1に記載の光ヘッドにおいて、前記光束分離素子と前記位相差発生素子および前記集光素子とを、前記基板に対して前記光源と対向する面に所定の間隔をおいて集積形成したことを特徴とする光ヘッド。

【請求項6】 請求項1および5のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記光束分離素子が回折格子であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項7】 請求項5に記載の光ヘッドにおいて、前記位相差発生素子によって発生する位相差が $1/4$ 波長であり、前記位相差発生素子の光学軸が前記半導体レーザの活性層に対して略 $45$ 度方向に設定されていることを特徴とする光ヘッド。

【請求項8】 請求項1および5に記載のいずれかに光ヘッドにおいて、前記集光素子がグレーティングレンズまたは屈折率分布レンズまたは凸レンズであることを特徴とする光ヘッド。

【請求項9】 請求項1、5、8のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記集光素子がグレーティングレンズであり、前記グレーティングレンズから光束集光点までの光通過経路が固体材料で形成され、前記光束集光点が前記情報記録媒体と対向して近接配置された前記固体材料の表面近傍に形成されるとともに、前記グレーティングレンズによる実効的な開口数が1以上であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項10】 請求項1、5、8のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記集光素子がグレーティングレンズと半球状レンズから構成され、かつ前記半球状レンズ

が前記光源側に凸となるように配置されており、前記グレーティングレンズと前記半球状レンズによる合成の開口数が1以上であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項11】 請求項1に記載の光ヘッドにおいて、前記基板がサファイア( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ )基板または炭化珪素( $\alpha\text{-SiC}$ )基板であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項12】 請求項1から11のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記集光素子における前記情報記録媒体に対向する側面のうち、光束の集光される部分以外に耐摺動機能を有する耐摺動保護膜を形成したことを特徴とする光ヘッド。

【請求項13】 請求項12に記載の光ヘッドにおいて、前記耐摺動保護膜がセラミック膜であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項14】 請求項12および13のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記耐摺動保護膜上に薄膜状の電磁コイルを設けたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項15】 請求項1から14のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記光ヘッドが浮上型スライダに搭載されていることを特徴とする光ヘッド。

【請求項16】 請求項15に記載の光ヘッドにおいて、浮上量が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項17】 請求項1から4のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記光束分離素子と前記位相差発生素子とを前記基板に対して前記光源と対向する側面に所定の間隔をおいて集積形成するとともに、この集積体に対して前記集光素子を分離して配置したことを特徴とする光ヘッド。

【請求項18】 請求項1から4のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記光束分離素子と前記位相差発生素子および前記集光素子とを、前記基板に対して前記光源と対向する側に前記基板と分離して配置したことを特徴とする光ヘッド。

【請求項19】 請求項17および18のいずれかに記載の光ヘッドにおいて、前記集光素子がグレーティングレンズまたは屈折率分布レンズまたは凸レンズであることを特徴とする光ヘッド。

【請求項20】 請求項1から16のいずれかに記載の光ヘッドと、前記光ヘッドの支持機構と、ディスク状の情報記録媒体と、前記情報記録媒体の回転および支持機構と、それらを内部に包含する防塵ケースとを具備してなることを特徴とする光学的情報記録再生装置。

【請求項21】 請求項20に記載の光学的情報記録再生装置において、前記光ヘッドは前記情報記録媒体上に形成された情報記録膜に対して前記情報記録媒体基板と対向する側に配置されるとともに、前記光源から出射する光束が前記情報記録媒体基板を通過せずに前記情報記録膜に集光照射されることを特徴とする光学的情報記録

再生装置。

【請求項22】 請求項1から11および請求項17から19のいずれかに記載の光ヘッドと、前記光ヘッドの支持機構と、ディスク状の情報記録媒体と、前記情報記録媒体の回転および支持機構と、それらを内部に包含する防塵ケースとを具備してなることを特徴とする光学的情報記録再生装置。

【請求項23】 請求項22に記載の光学的情報記録再生装置において、前記光ヘッドは前記情報記録媒体基板に対して前記情報記録媒体上に形成された情報記録膜と対向する側に配置されるとともに、前記光源から出射する光束が前記情報記録媒体基板を通過した後に前記情報記録膜に集光照射されることを特徴とする光学的情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ヘッドおよびそれを用いた光学的情報記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、光ディスク等の光学的情報記録再生装置に搭載する光ヘッドを小型化する方式として、例えば特開昭62-58432号公報、特開昭64-46242号公報、特開平4-255923号公報、特開平6-251410号公報等に記載された技術が知られている。特開昭62-58432号公報に記載の光ヘッドにおいては、光源としてファブリ・ペロー (Fabry-Pérot) 水平共振器を有する半導体レーザと光検出素子とが同一基板上に集積形成されている。一方、特開昭64-46242号公報や特開平4-255923号公報および特開平6-251410号公報に記載の光ヘッドにおいては、光源としていわゆる面発光レーザを用いている。

【0003】 他の関連する従来技術は、「光ディスク技術」(尾上守夫監修：ラジオ技術社)、「光ディスク」(電子情報通信学会編：オーム社)、「光エレクトロニクス」(島田潤一著：丸善)、「面発光レーザ」(伊賀健一、小山二三男共著：オーム社)等の書籍に記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 特開昭62-58432号公報に記載の光ヘッドの場合、光ディスク装置等の光学的情報記録再生装置へ適用するためには、半導体レーザから出射した光束の光軸を90度曲げる必要がある。同公報ではエッチング等の技術を使って反射ミラーを形成する方法が開示されているが、製造プロセス上は多大な困難が伴う。さらに、半導体レーザと光検出素子では注入する不純物濃度に大きな差があるため、同一のプロセスで両者を形成すると、両者とも必要十分な特性を得ることが難しいという問題点がある。

【0005】 一方、特開昭64-46242号公報や特開平4-255923号公報および特開平6-251410号公報に記載の光ヘッドのように、光源としていわゆる面発光レーザを用いれば、特開昭62-58432号公報に記載の光ヘッドのように反射ミラーを形成する必要がないため、製造プロセス上は若干簡単になる。しかしながら、面発光レーザは高出力化および出射光の偏光方向固定が難しい点で、記録可能な光学的情報記録再生装置への適用は現時点では困難である。

【0006】 本発明の目的は、簡易な製造プロセスによって光源と光検出素子を同一基板上に集積形成可能で、かつ、記録可能な光学的情報記録再生装置に適用することが可能な超小型の光ヘッド、およびその光ヘッドを用いた光学的情報記録再生装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明においては、単結晶透明基板上に選択成長技術を用いて柱状の半導体結晶からなる光導波層を形成し、この光導波層の側面に活性層を設けるとともに、前記単結晶基板に対して垂直に光が出射するように、前記活性層の出射端面の前後に超格子構造高反射膜となるブラッグ反射器 (Bragg Reflector) を設けて垂直共振器とした半導体レーザ素子を光源とする。さらに選択成長技術における絶縁層マスクのパターンを工夫することにより、前記半導体レーザ光源と同一基板上にあって前記光源の近傍に光検出素子を形成することとする。

【0008】 本発明の光ヘッドでは、前記単結晶透明基板において、前記半導体レーザ素子と対向する面にプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等によって第1透明層を積層し、その下面にフォトリソ露光プロセスおよびイオン交換プロセス等により回折格子を形成して光束分離素子とする。次に、第1透明層の下部にプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等によって第2透明層を積層し、その下面に1/4波長板に相当する位相差発生素子を形成する。続いて、第2透明層の下部にプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等により第3透明層を積層し、その下面にフォトリソ露光プロセス等によるグレーティングレンズ、またはイオン交換プロセス等による屈折率分布レンズあるいは凸レンズ等を形成し集光素子とする。さらに、第3透明層の下部にプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等により第4透明層を積層し、その下面にスパッタリング法等によりセラミック材料等の耐摺動保護層を形成する。前記第4透明層および耐摺動保護層を情報記録媒体と対向させて近接配置する。

【0009】 前記半導体レーザ光源より出射した光は、第1透明層、光束分離素子、第2透明層、位相差発生素子、第3透明層をそれぞれ通過し、集光素子によって第4透明層において情報記録媒体と対向する面近傍に集光スポットを形成する。前記情報記録媒体で反射された光

は、第4透明層、集光素子、第3透明層、位相差発生素子、第2透明層をそれぞれ通過する。さらに、第2透明層を通過した光は光束分離素子によって複数の光束に分離され、前記半導体レーザ光源の近傍に集積形成された光検出素子へと導かれる。

【0010】本発明によれば、ファブリ・ペロー（Fabry-Perot）水平共振器を有する半導体レーザと同様に、光源として使用する半導体レーザが活性層の端面から光束を出射する構造であるため、高出力化や偏光方向制御の観点でいわゆる面発光レーザよりも有利であり、記録可能な光学的情報記録再生装置にも適用可能な光ヘッドを実現することができる。また、フォトリソ露光プロセス等の半導体製造プロセス技術を用いて、光源と光検出素子のみならずそれ以外の機能素子を一体プロセスで形成することが可能であるため、小型で安価な光ヘッドを実現することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

【0012】—第1実施例—

図1は本発明の第1実施例に係る光ヘッド100の構成断面図である。この光ヘッド100においては、半導体レーザ光源1はサファイア（ $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ）または炭化珪素（ $\alpha\text{-SiC}$ ）等の単結晶透明基板2上に配置されており、半導体レーザ光源1の活性層209は前記透明基板2に対して垂直に形成されている。また、前記透明基板2上には半導体レーザ光源1の近傍に光検出素子3が集積形成されている。半導体レーザ光源1および光検出素子3の具体的構成については後述する。

【0013】透明基板2において、前記半導体レーザ光源1と対向する面にはプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等によって第1透明層4が積層形成されており、その下面4aにはフォトリソ露光プロセスおよびイオン交換プロセス等により光束分離素子としての回折格子5が形成されている。第1透明層4の下部にはプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等によって第2透明層6が積層形成されており、その下面6aには1/4波長板に相当する位相差発生素子7が形成されている。位相差発生素子7の光学軸は半導体レーザ光源1の活性層209に対して45度方向に設定する。第2透明層6の下部にはプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等により第3透明層8が積層形成されており、その下面8aにはフォトリソ露光プロセス等によるグレーティングレンズ9が集光素子として形成されている。第3透明層8の下部にはプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等により第4透明層10が積層形成されており、その下面10aにはスパッタリング法等によってセラミック材料等の耐摺動保護層11が形成されている。第4透明層10および耐摺動保護層11は、情報記録媒体13と対向させて近接配置される。

【0014】半導体レーザ光源1より出射した光は、透明基板2、第1透明層4、回折格子5、第2透明層6、位相差発生素子7、第3透明層8をそれぞれ通過し、グレーティングレンズ9によって第4透明層10において情報記録媒体13と対向する下面10a近傍に集光スポット12を形成する。位相差発生素子7の光学軸が半導体レーザ光源1の活性層209に対して45度方向に設定されているため、位相差発生素子7を通過した光は円偏光となって情報記録媒体13に集光される。

【0015】情報記録媒体13は基板13aと情報記録膜13bおよび保護膜13cから構成されており、集光スポット12と情報記録媒体13の間隔は1 $\mu\text{m}$ 以下に設定する。第4透明層10の屈折率を $n$ 、グレーティングレンズ9の開口数を $\text{NA}$ とすると、グレーティングレンズ9から集光スポット12に至る実効的な開口数は $n \times \text{NA}$ となる。 $\text{NA} = 0.6$ となるようなグレーティングレンズ9は設計可能であり、第4透明層10の屈折率として $n = 1.7$ 程度の材質を選べば、実効的な開口数を1以上とすることができる。これによって、極めて微小な集光スポット12の形成が可能となる。

【0016】情報記録媒体13で反射された光は、第4透明層10、グレーティングレンズ9、第3透明層8、位相差発生素子7、第2透明層6をそれぞれ通過する。その際、位相差発生素子7の出射光は同素子を2回通過することになるので、その偏光方向は半導体レーザ光源1の出射光に対して90度回転する。第2透明層6を通過した光は回折格子5によって回折され、半導体レーザ光源1の近傍に集積形成された光検出素子3へと導かれる。

【0017】回折格子5は、例えばジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス第36巻（1997年）589～590頁（Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36 (1997) pp. 589-590）に記載のように、高分子液晶を用いた偏光性回折格子であり、半導体レーザ光源1側から入射する光に対しては回折格子として作用せず、情報記録媒体13からの反射光、すなわち位相差発生素子7を2回通過することによって偏光方向が90度回転した光に対しては回折格子として作用するように設定されている。このような構成を採用することにより、半導体レーザ光源1への戻り光が減少し、かかる戻り光の影響で発生するレーザ雑音を抑圧することができるという効果もある。

【0018】以上の説明においては、各透明層をプラズマCVD法あるいはスパッタリング法等によって積層形成する場合について示したが、各透明層を個別に作成し、それぞれ密着させて張り合わせる構成を採用することも可能である。すなわち、回折格子5を形成した第1透明層4、位相差発生素子7を形成した第2透明層6、グレーティングレンズ9を形成した第3透明層8、耐摺動保護層11を形成した第4透明層10をそれぞれ個別

に作成し、これら各透明層をサファイア等による透明基板2に積層して接着すれば良い。位相差発生素子7としては、例えばニオブ酸リチウム等の異方性光学結晶の結晶軸方向を制御して成長させる、あるいは、通常の1/4波長板を作成する場合と同様に、単板あるいは張り合わせの水晶板を使用する等、従来公知の種々の技術が適用可能である。

【0019】図2は回折格子5と光検出素子3の概念図である。回折格子5は、ピッチおよび角度の異なる4つの格子領域から構成されている。前述のように、情報記録媒体13からの反射光は1/4波長板に相当する位相差発生素子7を2回通過することになるので、復路における直線偏光の偏光方向は往路の偏光方向に対して直交する。復路の直線偏光に対しては回折格子5が格子として作用し、8本の光束(4領域それぞれに対して+1次および-1次回折光が発生するため)に分割される。また、回折格子5は、溝構造を有する情報記録媒体13を使用した場合、前記溝から回折された光によってグレーティングレンズ9の瞳上に生じる光強度分布が同図の光束強度パターン14に示す状態となるよう配置される。光検出素子3は12の受光領域(3a~3l)から構成されており、フォーカスエラーおよびトラックエラーといった光点制御信号、あるいは情報記録媒体13上に記録されている情報信号を検出、再生する。

【0020】図3は、フォーカスエラーが発生した場合における各受光領域(3a~3l)の光束パターンと各種信号検出のための光検出器出力演算方法を示す説明図である。なお、後述するように、本実施例に係る光ヘッド100を浮上スライダ等に搭載して情報記録媒体13上を浮上走行させる場合、上記光点制御信号のうちフォーカスエラー信号は光ヘッド100全体を駆動するための信号として必ずしも必要とするわけではないが、例えば浮上量変動等によってフォーカスエラーが発生した場合の各種補償信号として使用することができる。また、以上述べた光検出素子3の受光領域の構成は一例であり、光点制御信号および記録された情報信号検出の目的では、本実施例の構成に限定されるものではない。

【0021】図4~図6は半導体レーザ光源1の製造工程を示す説明図であり、これらの図において(a)は断面図、(b)は平面図をそれぞれ示している。以下、これらの図に示す製造工程とともに半導体レーザ光源1の構成を説明する。まず、図4(a)に示すように、単結晶サファイア基板201上に、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>バッファ層202、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層203、Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>N/A<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N超格子構造高反射膜204、n型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層205を順次有機金属気相成長(MOCVD)法によりエピタキシャル成長させる。次に、n型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層205上にTiN薄膜206を蒸着し、TiN薄膜206にフォトリソグラフィープロセスを用いてエッチングにより正六角形状の窓領域を形成する。その後、TiN薄膜20

6を覆うようにして絶縁膜207を形成し、TiN薄膜206が表面に出ないようにフォトリソグラフィーとエッチングにより、図4(b)に示すような正六角形状の窓領域を形成する。その後、n型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層208、A<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N/Ga<sub>0.5</sub>N/Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Nからなる多重量子井戸構造の活性層209を選択成長させる。さらに、活性層209に接触させるようにp型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層210を形成する。

【0022】次に、図5(a)に示すように、n型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層208の側面に形成された活性層209を残し、フォトリソグラフィープロセスを用いて各層208、209、210の上部をエッチング加工により除去する。図5(b)に示すように、六方晶構造の単結晶や(111)面方位を有する立方晶構造の単結晶基板上では、対称性が六回対称となるため選択成長により正六角柱状の半導体結晶を成長できる。この半導体結晶を光導波路として側面に活性層209を設けると、基板201に対して垂直な方向に共振器を形成することが可能となる。

【0023】しかる後、図6(b)に示すように、正六角柱状の半導体結晶の一辺のみを残し、フォトリソグラフィープロセスを用いて他の辺をエッチングにより除去する。その後、図6(a)に示すように、活性層209の上に誘電体高反射膜211を形成し、p側電極212およびn側電極213を蒸着する。以上の工程により、前述した半導体レーザ光源1が得られる。なお、上記の構造において、TiN薄膜206は必ずしも必要なものではなく、前述したGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>N/A<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N超格子構造高反射膜204と誘電体高反射膜211とで共振器を形成した構成の素子も実現可能である。

【0024】図7は光検出素子3の製造工程を示す断面図であり、同図に示すように、単結晶サファイア基板201上にGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>バッファ層202を形成し、その上に多量のn型不純物を添加したn+型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層214を形成する。次に、n+型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層214の上に光吸収層としてGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層215を成長させる。ただし、光吸収層のバンドギャップは活性層より小さくする必要があるため、例えばGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>N等を用いる。さらに、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層215の上部にp型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層216を部分的に成長させ、その一部をマスクしてSiO<sub>2</sub>絶縁層217を形成し、続いて、マスクを除去し電極218を形成する。

【0025】以上の説明では半導体レーザ光源1と光検出素子3を個別に説明したが、両者を同時に集積形成することも可能である。この場合、光検出素子3については、図4(a)に示すn型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>光導波層208の上部をエッチング加工により除去した後、活性層を透明基板2に対して平行に形成すれば良い。

【0026】-第2実施例-

図8は本発明の第2実施例に係る光ヘッド101の構成断面図である。この光ヘッド101は、光検出素子3を

透明基板2において半導体レーザ光源1と向かい合う端面2a上に形成させたものであり、それ以外の構成は第1実施例の光ヘッド100と基本的に同じである。本実施例のような構成を採用することにより、半導体レーザ光源1と光検出素子3とを異なるプロセスで作成することが可能となるため、各素子の集積形成プロセスの自由度が増加する。また、光検出素子3としては、光ヘッド101作製とは別のプロセスによって作製した素子を、透明基板2上に配置、接着してもかまわない。

#### 【0027】—第3実施例—

図9は本発明の第3実施例に係る光ヘッドの構成断面図であり、第1実施例および第2実施例の光ヘッド100、101の周囲にコイル15を設け、アクチュエータ16を構成した例を示している（ただし、図9は光ヘッド100を備えたものである）。アクチュエータ16の駆動方向としては、いわゆるフォーカス方向（情報記録媒体13の法線方向）とトラッキング方向（情報記録媒体13上に形成された情報記録トラックの偏心移動に追従する方向）のいずれか一方あるいは両方であっても良い。

#### 【0028】—第4実施例—

図10は本発明の第4実施例に係る光ヘッドの構成断面図であり、第1実施例および第2実施例の光ヘッド100、101を浮上型スライダ17に搭載した例を示している。同図(a)では光ヘッド100、101が浮上型スライダ17の端面に搭載され、同図(b)では光ヘッド100、101が浮上型スライダ17の底面に搭載されている。浮上型スライダ17は酸化ジルコニウムやチタン酸カルシウム等のセラミック材料、あるいは半導体レーザ光源1の発熱に対処するためサファイア等熱伝導率の高い材料を用いる。スライダ17を別の材質で形成し、情報記録媒体13と対向する面に耐摺動保護膜17aとして上記のセラミック材料等を形成しても良い。

#### 【0029】—第5実施例—

図11は本発明の第5実施例に係る光ヘッドの構成断面図であり、第1実施例および第2実施例の光ヘッド100、101におけるグレーティングレンズ9を形成した第3透明層8まで積層した素子102を用いた例を示している。素子102の周囲にはコイル18が配置され、素子102全体をフォーカス方向に駆動するアクチュエータ19が構成されている。同図(a)では素子102とは別の部材20に半球状レンズ21が搭載されており、グレーティングレンズ9から出射した光は半球状レンズ21に入射し、同レンズ22における情報記録媒体13と対向する面近傍に集光スポット12を形成する。半球状レンズ21の屈折率を $n$ 、グレーティングレンズ9の開口数を $NA$ とすると、グレーティングレンズ9から集光スポット12に至る実効的な開口数は $n \times NA$ となる。第1実施例で述べたように、半球状レンズ21の屈折率として $n=1.7$ 程度の材質を選べば、実効的な

開口数を1以上とすることができる。これによって、極めて微小な集光スポット12の形成が可能となる。なお、上記の半球状レンズ21にかえてイオン交換プロセス等による屈折率分布型レンズを使用することもできる。さらに、素子102と部材20の周囲にはコイル22が配置されており、素子102と部材20を一体としてトラッキング方向に駆動させる。なお、コイル22は本実施例における必須の構成要素ではなく、例えば素子102と部材20を一体化していわゆるスイングアーム等の機構に搭載し、トラッキング方向に駆動させても良い。

【0030】図11(b)では、上記半球状レンズ21の代わりに球の一部を切り欠いたいわゆる超半球レンズ23を用い、この超半球レンズ23を部材20に搭載してある。この場合、超半球レンズ23の屈折率を $n$ 、グレーティングレンズ9の開口数を $NA$ とすると、グレーティングレンズ9から集光スポット12に至る実効的な開口数は $n^2 \times NA$ となる。したがって、超半球状レンズ23の屈折率として $n=1.7$ 程度の材質を選べば、実効的な開口数を半球状レンズ21の場合より大きくすることができる。これによって、図11(a)よりもさらに微小な集光スポット12の形成が可能となる。なお本実施例においても、超半球レンズ23に代えてイオン交換プロセス等による屈折率分布型レンズを使用しても良い。

#### 【0031】—第6実施例—

図12は本発明の第6実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。前述の第5実施例では、集光スポット12は情報記録媒体13における情報記録膜13bに対して基板13aと逆側から集光されているが、本実施例では、グレーティングレンズ9から出た光は基板13aを通過した後、情報記録膜13bに集光される。図12(a)において、部材20に搭載されているレンズ24は、図中の点線で示すように、情報記録媒体13の基板13aと一体で考えた場合に半球状レンズとなるように形状が加工されている。本実施例は、図11(a)における半球状レンズ21の光束絞り込み光路中に厚さ $d$ の空気層が存在することと等価である。この空気層によって集光スポット12には若干球面収差が発生するが、空気層の厚さがわかっていれば、発生する球面収差を補正するようにグレーティングレンズ9を設計することは可能である。また、図12(b)において、部材20に搭載されているレンズ25は、図中の点線で示すように、情報記録媒体13の基板13aと一体で考えた場合に図11(b)に示した超半球レンズとなるように形状が加工されている。図12(a)、(b)いずれの場合も、レンズ24、25と基板13a間距離 $d$ は、半導体レーザ光源1の波長に対して充分小さくする必要がある（例えば、波長に対して $1/8$ から $1/10$ 程度）が、外部振動等外乱の影響で光ヘッドが情報記録媒体13と接触す



ることによって、情報記録膜13bが損傷を受けることを回避することができる。

#### 【0032】—第7実施例—

図13は本発明の第7実施例に係る光ヘッドの構成断面図であり、第1実施例および第2実施例の光ヘッド100、101における位相差発生素子7を形成した第2透明層6まで積層した素子103を用いた例を示している。素子103と分離して対物レンズ26を搭載したアクチュエータ27を配置し、対物レンズ26をフォーカス方向およびトラッキング方向に駆動する。同図中に点線で示すように、素子103とアクチュエータ27の周囲にコイル28を配置し、これによって素子103とアクチュエータ26を一体化してトラッキング方向に駆動しても良い。本実施例のような構成を採用すれば、対物レンズ26として従来公知の技術によるガラス性非球面レンズ等、一般的に市場に流通している部品を用いることができるため、光学系設計の自由度が増加する。また、適当な対物レンズ26を選定することにより、対物レンズ26と情報記録媒体13間の距離を充分にとりつつ（例えば約0.5mm～1mm程度）、情報記録媒体13の基板13a越しに集光スポット12を形成することができる。これにより、光ヘッド全体を大幅に小型化すると同時に、現在市場に出ているCD、CD-ROM、DVD-ROM、DVD-RAM等の一般的な光学的情報記録再生装置に用いる光ヘッドとの互換性を保つことが可能となる。

#### 【0033】—第8実施例—

図14は本発明の第8実施例に係る光ヘッドの構成断面図であり、情報記録媒体13の情報記録膜13bとしていわゆる光磁気記録媒体を用いた場合への適用例を示している。本実施例の光ヘッドでは、第1実施例および第2実施例の光ヘッド100、101における情報記録媒体13と対向する第4透明層10上に薄膜状のコイル29を形成し、情報記録膜13bに対して、情報記録媒体13の表面に垂直な方向に記録する情報に応じて強度変調あるいは局所反転された磁界を印加する。情報記録時に、半導体レーザ光源1は高出力で発光するが、一定強度で連続的に発光してもパルス状に発光しても良い。いずれの場合においても、光磁気情報記録膜13bに対していわゆる磁界変調記録を行なう。一般に、磁界変調記録方式の方がいわゆる光変調記録方式に比べて微小な記録マークを形成することが可能である。

【0034】光磁気信号を再生する場合、一般的には光磁気情報記録膜に直線偏光を照射し、反射光における偏光面の回転（カー回転）を検出する。しかしながら、「光メモリシンポジウム'88講演予稿集pp. 35～36」記載のように、光磁気記録膜の円二色性を利用すれば、円偏光を照射した場合でも光磁気信号の検出が可能である。光磁気記録膜の円二色性は、同記録膜におけるカー楕円率が大きいほどその効果が大きい。「第15

回日本応用磁気学会学術講演会 講演番号31pB-5（同講演予稿集pp. 310）」に示されているように、光磁気記録膜のカー楕円率は照射する光の波長が短くなるほど大きくなる。したがって、「電子情報通信学会技術研究報告 報告番号MR91-74（1991年）」記載のように、光源波長が短波長化するほど円二色性の効果を利用した光磁気信号再生が有利となる。

【0035】図14に示した第8実施例によれば、情報記録媒体13bには円偏光が照射されることになる。半導体レーザ光源1を形成する材料としてGaN系の材料を用いると、光源波長は約400～450nm程度となる。例えばTbFeCo系あるいはGdTeFeCo系の非晶質薄膜、あるいはPtCo系の超格子積層膜等を用いると、前記の波長領域においては円二色性効果を利用した光磁気信号再生方式が有効となるような情報記録膜13bを構成することが可能である。また、本実施例によれば、同一の光ヘッドによって、情報記録媒体上に形成された凹凸形状の記録マーク、反射率変化による記録マーク（いわゆる相変化記録）および磁化の向きによる記録マーク（光磁気記録）を全て検出再生することが可能である。

【0036】なお、前述した第1ないし第7実施例において、情報記録膜として第8実施例で述べた光磁気記録膜を用いるとともに、集光スポット12近傍に磁界印加用のコイル29を配置すれば、第8実施例と同様の効果が得られる。

#### 【0037】—第9実施例—

図15は本発明の第9実施例に係る光学的情報記録再生装置300の斜視図である。この光学的情報記録再生装置300では、上記第4実施例（図10参照）の光ヘッド100、101を搭載した浮上型スライダ17が支持アーム30によって支持されており、アクチュエータ31によって情報記録媒体13（本実施例ではディスク形状）の半径方向に移動する。情報記録媒体13である光ディスクは、開閉可能なシャッター32および防塵機能を有するカートリッジ33に挿入されており、光学的情報記録再生装置300の開閉部34より装置内に挿入される。光学的情報記録再生装置300全体は防塵ケース35によって覆われている。なお、本実施例においては、アクチュエータ31の構造としていわゆるスイングアーム型の例を示したが、これに限定されるものではない。また、同図において、各種信号処理回路、光ディスク回転のためのスピンドルモータあるいは各種の入出力端子等は図示省略してあるが、実際の装置においては必要な構成要素であることはいうまでもない。本実施例によれば、光ヘッドが小型化されるため、光学的情報記録再生装置300全体の小型薄型化を実現できると同時に、高速アクセス可能な高性能の光学的情報記録再生装置300を実現することができる。

#### 【0038】—第10実施例—



図16は本発明の第10実施例に係る光学的情報記録再生装置301の側面図である。この光学的情報記録再生装置301は、いわゆるスタック構造の情報記録再生装置であり、上記第9実施例と同様に、光ヘッド100、101を搭載した浮上型スライダ17が支持アーム30によって支持されており、アクチュエータ36によって積層配置された光ディスク13の半径方向に移動する。光ディスク13はスピンドルモータ37に固定されており、光学的情報記録再生装置301全体は防塵ケース35によって覆われている。本実施例によれば、小型で大容量の情報記録装置を実現することができる。

#### 【0039】-第11実施例-

図17は本発明の第11実施例に係る光学的情報記録再生装置302の斜視図である。この光学的情報記録再生装置302では、上記第5実施例(図11参照)あるいは上記第7実施例(図13参照)の光ヘッド102、103をキャリッジ38に搭載し、キャリッジ移動機構39によって光ディスク13の半径方向に移動させる。光ディスク13は、上記第9実施例と同様に、開閉可能なシャッター32および防塵機能を有するカートリッジ33に挿入されており、光学的情報記録再生装置302の開閉部34より装置内に挿入され、スピンドルモータ37によって回転する。光学的情報記録再生装置302全体は防塵ケース35によって覆われている。本実施例においては、情報記録媒体として、基板越しに集光スポットを形成する構成、あるいは基板を透過しないで集光スポットを形成する構成いずれであっても使用することができる。

#### 【0040】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、ファブリ・ペロー(Fabri-Perot)水平共振器を有する半導体レーザと同様に、光源として使用する半導体レーザが活性層の端面から光束を出射する構造であるため、高出力化や偏光方向制御の観点でいわゆる面発光レーザよりも有利であり、記録可能な光学的情報記録再生装置にも適用可能な光ヘッドを実現することができ、また、フォトリソ露光プロセス等の半導体製造プロセス技術を用いて、光源と光検出素子のみならずそれ以外の機能素子を一体プロセスで形成することが可能であるため、小型で安価な光ヘッドを実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図2】回折格子と光検出素子の概念図である。

【図3】光検出器受光領域における光強度分布と各種信号検出方法を示す説明図である。

【図4】半導体レーザ光源の製造工程を示す説明図である。

【図5】半導体レーザ光源の製造工程を示す説明図である。

【図6】半導体レーザ光源の製造工程を示す説明図である。

【図7】光検出素子の製造工程を示す断面図である。

【図8】本発明の第2実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図9】本発明の第3実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図10】本発明の第4実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図11】本発明の第5実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図12】本発明の第6実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図13】本発明の第7実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図14】本発明の第8実施例に係る光ヘッドの構成断面図である。

【図15】本発明の第9実施例に係る光学的情報記録再生装置の斜視図である。

【図16】本発明の第10実施例に係る光学的情報記録再生装置の側面図である。

【図17】本発明の第11実施例に係る光学的情報記録再生装置の斜視図である。

#### 【符号の説明】

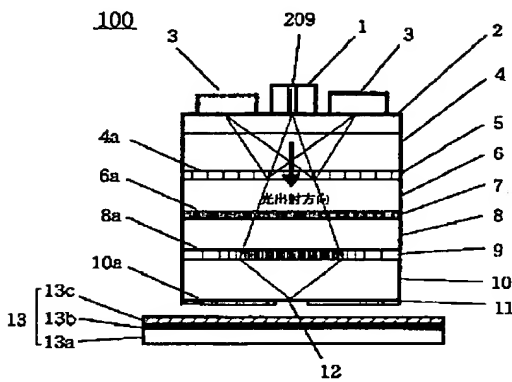
- 1 半導体レーザ光源
- 100, 101, 102 光ヘッド
- 2 透明基板
- 201 サファイア基板
- 202 GaNバッファ層
- 203 GaN光導波層
- 204 GaInN/AlGaIn反射膜
- 205 n型GaN光導波層
- 206 TiN薄膜
- 207 絶縁膜
- 208 n型GaN光導波層
- 209 AlGaIn/GaN/GaInN活性層
- 210 p型GaN光導波層
- 211 誘電体高反射膜
- 212 p側電極
- 213 n側電極
- 214 n+型GaN層
- 215 GaN光吸収層
- 216 p型のGaN層
- 217 絶縁層
- 218 電極
- 3 光検出素子
- 3a~3l 受光領域
- 4 第1透明層
- 5 回折格子(光束分離素子)
- 6 第2透明層

- 7 位相差発生素子
- 8 第3透明層
- 9 集光素子 (グレーティングレンズ)
- 10 第4透明層
- 11 耐摺動保護層
- 12 集光スポット
- 13 情報記録媒体
- 13a 基板
- 13b 情報記録膜
- 13c 保護膜
- 15, 18, 22, 28, 29 コイル
- 16, 19, 27, 31, 36 アクチュエータ
- 17 浮上型スライダ

- 20 部材
- 21 半球状レンズ
- 23 超半球レンズ
- 26 対物レンズ
- 30 支持アーム
- 32 シャッタ
- 33 カートリッジ
- 34 開口部
- 35 防塵ケース
- 37 スピンドルモータ
- 38 キャリッジ
- 39 キャリッジ移動機構

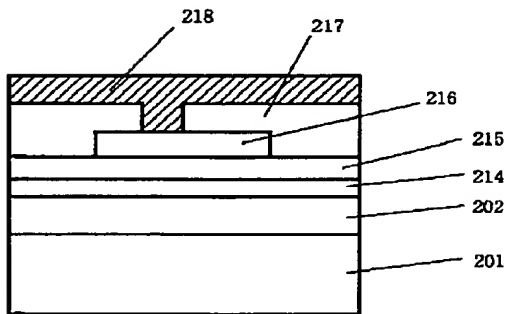
【図1】

図 1



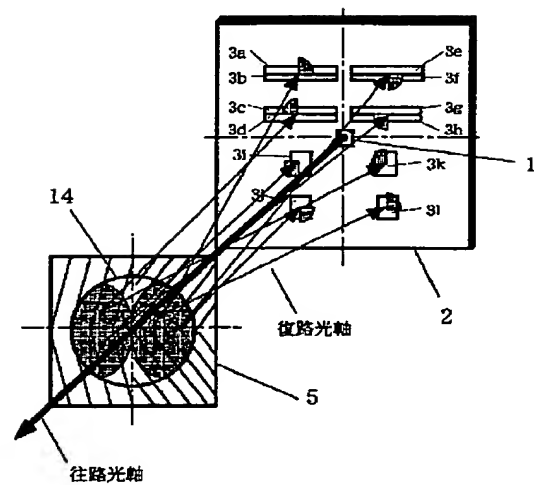
【図7】

図 7



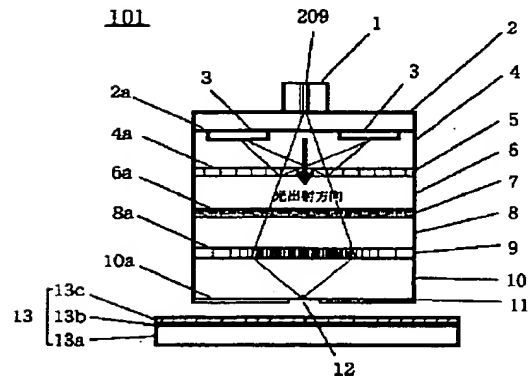
【図2】

図 2



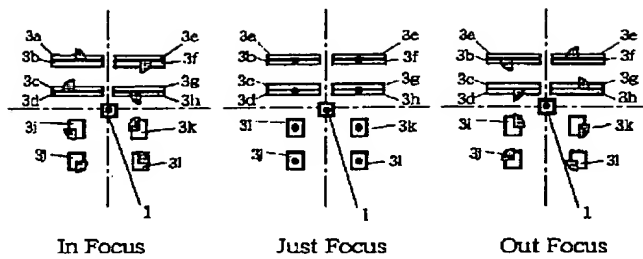
【図8】

図 8



【図3】

図 3



フォーカスエラー信号

$$AF = \{(3a+3c)+(3f+3h)\} - \{(3b+3d)+(3e+3g)\}$$

トラックエラー信号

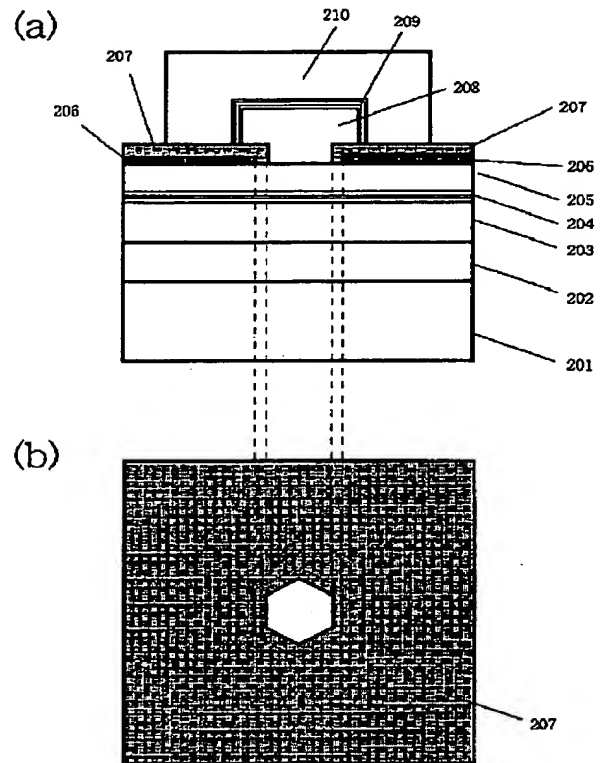
$$TR = (3i+3k) - (3j+3l) : \text{プッシュプル法の場合}$$

情報信号 (再生信号)

$$RF = 3i+3j+3k+3l$$

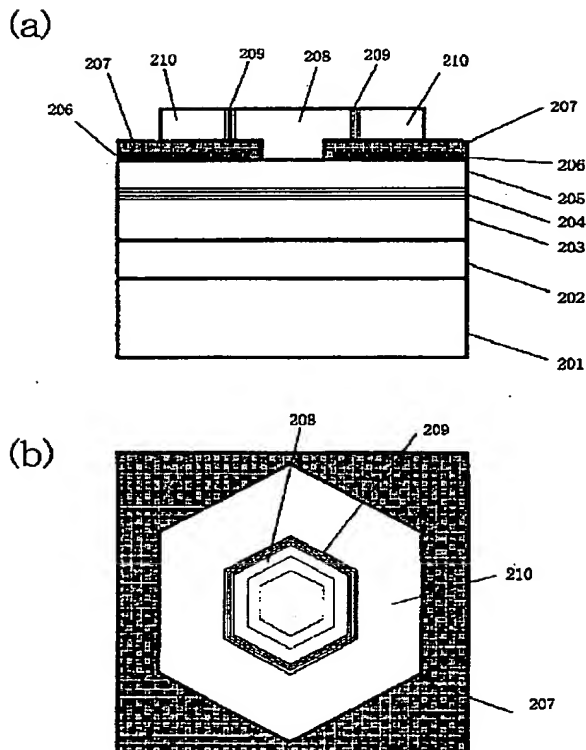
【図4】

図 4



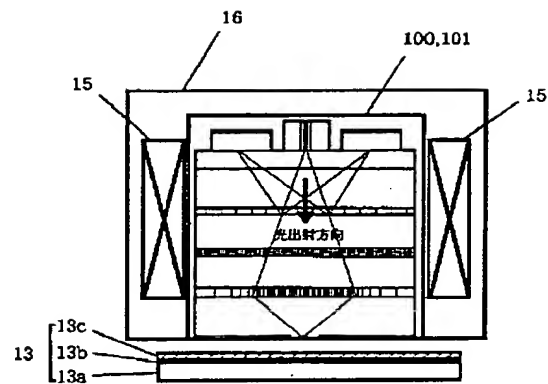
【図5】

図 5



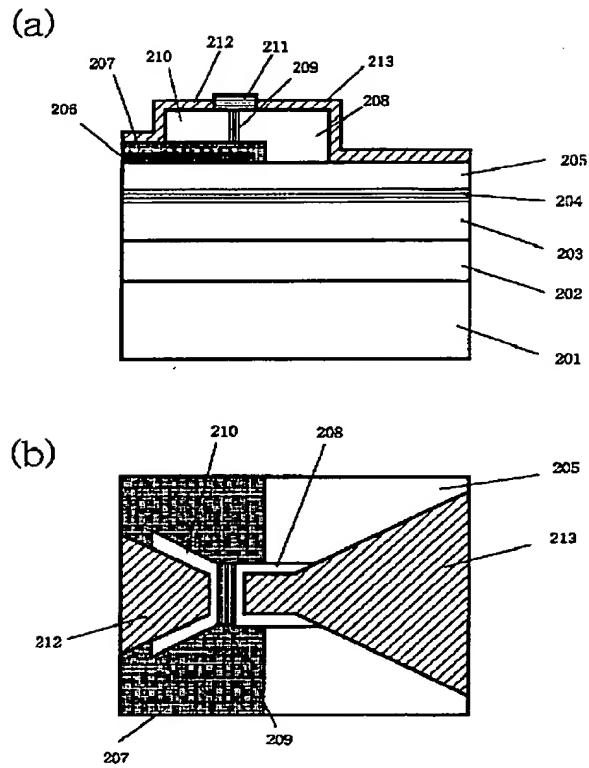
【図9】

図 9



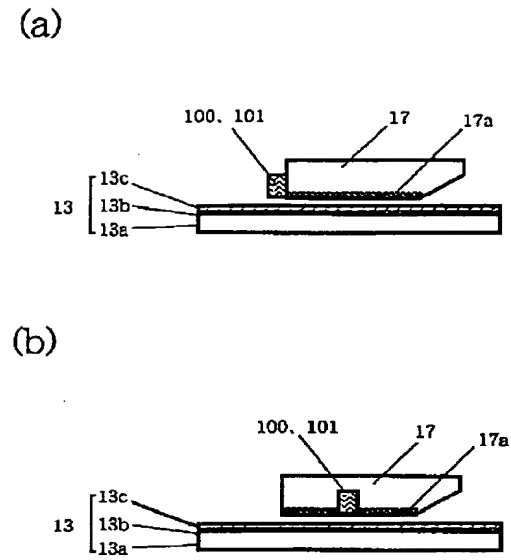
【図6】

図 6



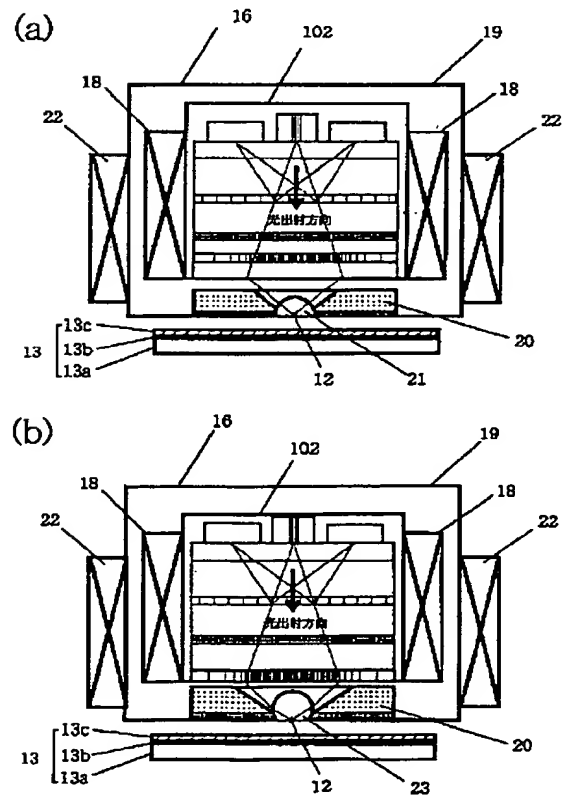
【図10】

図 10



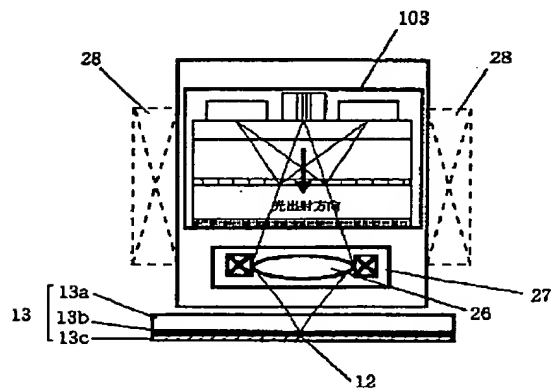
【図11】

図 11



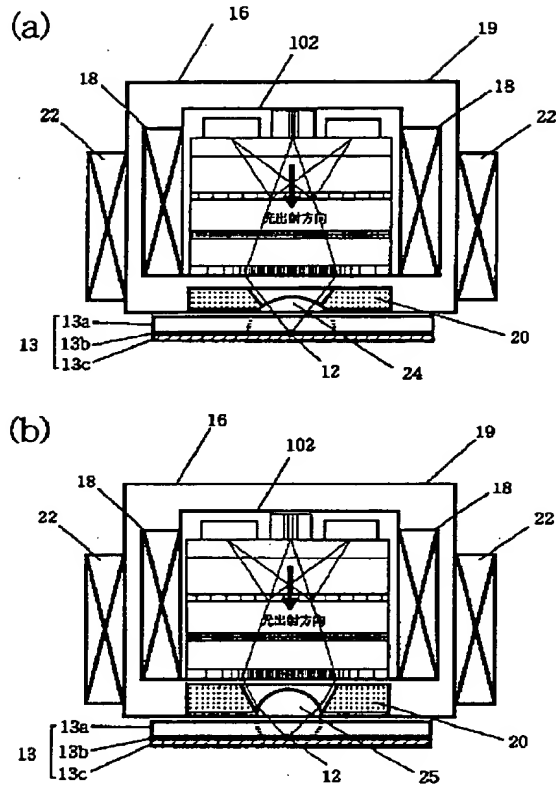
【図13】

図 13



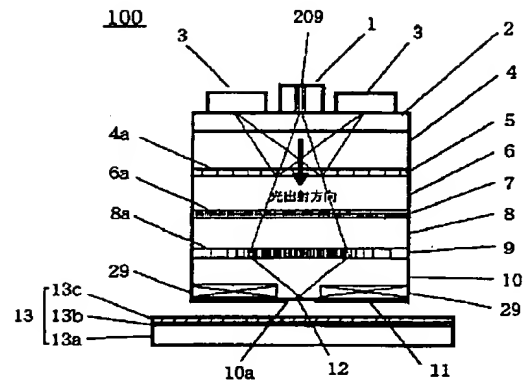
【図12】

図 12



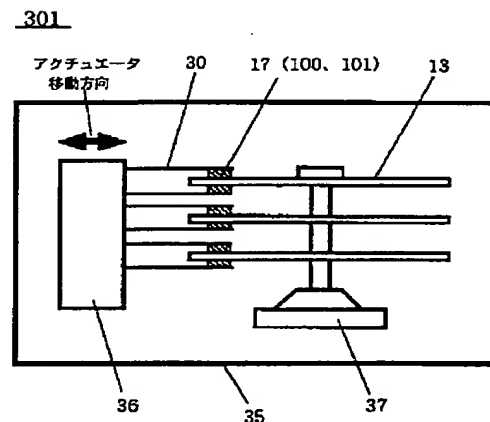
【図14】

図 14



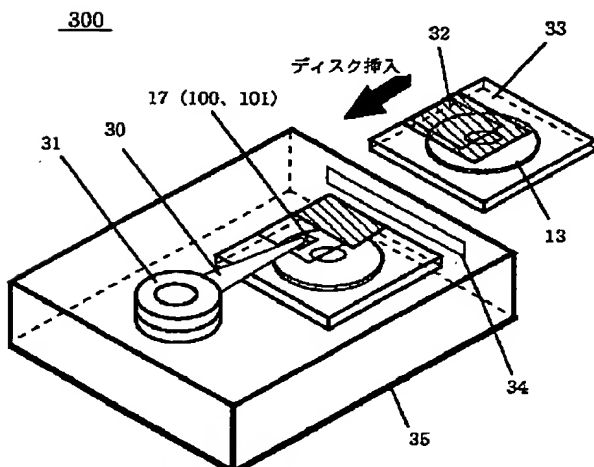
【図16】

図 16



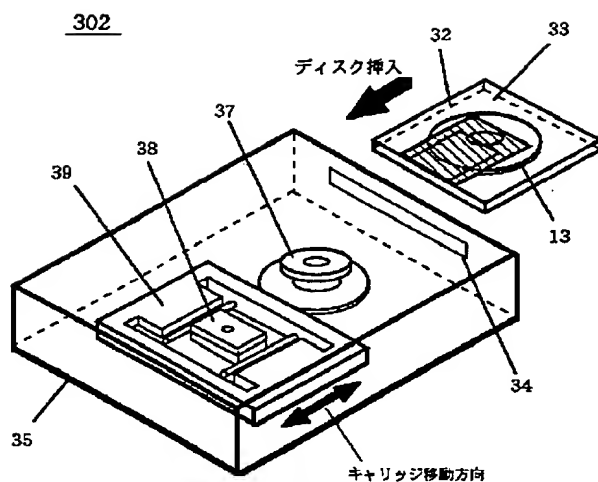
【図15】

図 15



【図17】

図 17



---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 俊明  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 島野 健  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内